

## Informática, sociedade e educação científica\*

Carlos Fiolhais

Departamento de Física e Centro de Física Computacional da Universidade de Coimbra  
3004-516 Coimbra, Portugal

[tcarlos@teor.fis.uc.pt](mailto:tcarlos@teor.fis.uc.pt)

<http://nautilus.fis.uc.pt/~cfiolhais>

\*Comunicação ao XVI Simpósio Nacional de Ensino da Física, Rio de Janeiro, Brasil, 24 a 28 de Janeiro de 2005, por ocasião do Ano Mundial da Física.

A informática tem tido um papel avassalador no desenvolvimento da sociedade moderna. Os computadores estão hoje por todo o lado e dificilmente poderíamos imaginar a nossa vida sem eles. Mas, na análise desse processo, não se deve esquecer que a informática começou com uma invenção de três físicos, Walter Brattain, William Shockley e John Bardeen, no ano de 1947 – o transistor. O primeiro transistor, construído nos laboratórios da Bell Telephones, tinha quase o tamanho de uma mão, mas a evolução no sentido da progressiva miniaturização não tem cessado desde então. Foi o transistor que permitiu uma mudança tecnológica na evolução dos computadores, substituindo os “monstros de válvulas” do tempo da Segunda Guerra Mundial por sistemas não só mais pequenos como mais facilmente manipuláveis. Os transistores foram-se tornando cada vez menores, cabendo mais no mesmo espaço. Foi a capacidade de integrar milhares de transistores num circuito integrado que permitiu no início dos anos oitenta o aparecimento do primeiro computador pessoal. Hoje em dia um processador Pentium de um vulgar computador pessoal possui cerca de cem milhões de transistores, que cabem num espaço de muito poucos centímetros quadrados.

A lei de Moore, que foi proposta nos anos 60 pelo engenheiro norte-americano Charles Moore, um dos fundadores da maior empresa mundial de processadores (a Intel), quantifica a tendência crescente

dos processadores para a miniaturização: aproximadamente em cada dois anos o poder de cálculo de um processador central tem passado para o dobro simplesmente porque o dobro do número de transistores passam a ser empacotados no mesmo espaço. Os computadores, mantendo o mesmo tamanho ou mesmo diminuindo-o (e o mesmo acontece com o preço!), têm portanto ficado cada vez mais rápidos, bastante mais rápidos.

A lei de Moore vai continuar válida nos próximos anos, permitindo o aparecimento de poderosos computadores “palmtop” (quase ou mesmo do tamanho dos telefones celulares de hoje). Ela poderá, porém, ser suplantada com a emergência recente da nanotecnologia – mais uma vez uma obra da física e dos físicos – que permitirá fabricar transistores com muito poucos átomos, no limite um só. Um nanotransistor poderá ser duas mil vezes mais pequeno do que um transistor actual. Existem protótipos prometedores no laboratório, mas falta ainda a capacidade de produção em série que é necessária para estabelecer um mercado. Hoje um transistor, criado por microlitografia, tem cerca de 5 microns, mas um futuro nanotransistor, feito por nanotilografia, poderá ser duas mil vezes menor. Esta evolução do micro para o nano significa que a evolução da informática está longe de ter um fim à vista...

A evolução da informática, possibilitada pela Física, tem influenciado

decisivamente toda a sociedade, mas também a própria Física, tanto no ensino como na investigação. Mudaram as formas de criar e ensinar física, tendo até sido acrescentados novos conteúdos à Física. De facto, a par dos tradicionais ramos Física Teórica e Física Experimental, emergiu uma “terceira via” - a Física Computacional - que reúne aspectos dos ramos anteriores. As simulações computacionais que a Física Computacional permite vieram proporcionar a realização de experiências virtuais que são imitações de experiências que, na realidade, são impossíveis, muito difíceis, muito perigosas, muito caras, muito grandes, muito pequenas, muito rápidas, muito lentas, etc.

Hoje em dia (Janeiro de 2005) o computador mais rápido é um sistema da IBM (BlueGene/L) instalado no Departamento de Energia dos EUA, em Rochester, e destinado a execução de simulações de interesse biológico (ver, na Internet, a lista, que é periodicamente actualizada, dos 500 computadores mais poderosos do mundo, [www.top500.org](http://www.top500.org)), o segundo é o Sistema Columbia / SGI Altix, instalado no Laboratório da NASA, em Mountain View e em terceiro o sistema japonês da NEC, “Earth Simulator”, destinado a averiguar qual será o clima da Terra daqui a algumas dezenas de anos. Este computador japonês foi criado no contexto do Tratado de Quioto e tem a ver com as bem conhecidas preocupações sobre o aquecimento do nosso planeta provocado por efeito estufa de origem artificial (emissão de demasiado dióxido de carbono). O “Simulador da Terra” exemplifica bem o que é uma experiência computacional e como ela permite antecipar o futuro: esse supercomputador “acelera” o tempo, no sentido em que nos permite saber o futuro, permitindo identificar cenários e evitar os piores deles. Com esse instrumento, a sociedade pode precaver-se do perigo à habilitade

do planeta que constituem alterações climáticas globais.

O Centro de Física Computacional da Universidade de Coimbra ([nautilus.fis.uc.pt/cfc](http://nautilus.fis.uc.pt/cfc)) possui um sistema bastante mais modesto, mas que apesar disso é um dos mais potentes computadores portugueses para cálculo científico: trata-se de um agregado (“cluster”) de cem computadores, a que se deu o nome algo pitoresco de “Centopeia”. Tal como esse bicho, para se mover, tem de deslocar as suas cem patas coordenada e simultaneamente, também no sistema paralelo de Coimbra, com o qual se estudam moléculas (ou, em geral, agregados atómicos), partículas sujeitas à interacção forte (hadrões) e a estrutura do interior da Terra (geodínamo), os processadores individuais funcionam tanto quanto possível em paralelo.

Um dos sistemas que estudámos em maior profundidade é o de agregados de átomos metálicos: nomeadamente de metais alcalinos como o sódio (Fig.1).

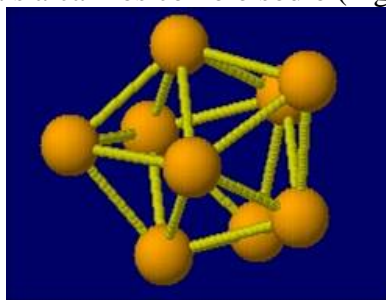


Fig. 1 Molécula de sódio

Uma das perguntas a que procurámos responder é a seguinte: que forma e que propriedades têm agregados só com alguns átomos de sódio. Por outro lado, pode-se também investigar o número de átomos que se têm de reunir para obter algumas propriedades do metal macroscópico?

Por que são tão interessantes os agregados atómicos? Um dos motivos é que eles podem servir de

nanotransístores, isto é, de interruptores em circuitos electrónicos com dimensões à nanoescala. Entre os novos agregados que podem ser simuladas e criados em laboratório encontram-se os nanotubos, que em 1991 foram sintetizados por um físico, Sumio Ijima, que trabalha para uma companhia japonesa, a NEC (que é também um dos maiores fabricantes de transístores). Os nanotubos poderão servir, por exemplo, para criar novos circuitos electrónicos ou novos ecrãs de computador. É notável que o comportamento de agregados de átomos possa hoje ser simulado com bastante precisão em computador antes de serem experimentados em laboratório e, mais tarde, serem integrados, nas fábricas, em novos computadores. Quase que se poderá dizer que o computador se faz a si próprio...

Também no ensino das ciências em geral e no ensino da Física em particular a informática tem tido, nos últimos tempos, um impacto enorme. Por exemplo, as simulações, que tão bem têm servido para criar novos conteúdos da ciência, têm também sido usadas para promover uma maior e melhor aprendizagem dos conteúdos dos novos e velhos conteúdos da ciência [1]. Muitas simulações deixaram até de ser “pesadas” e “inalcançáveis” para estarem na Internet à nossa disposição. Os chamados “applets” como os que se encontram na página “**Molecularium**” criada pelo Centro de Física Computacional, permitem, por exemplo, inculcar nos alunos de forma mais adequada o conceito de temperatura [2].

Programas como o “**Água Virtual**”, desenvolvido no mesmo Centro, permitem uma melhor visualização da estrutura atómica da água, das várias fases da água, assim como, a uma escala menor, das orbitais atómicas e moleculares (Fig. 2).

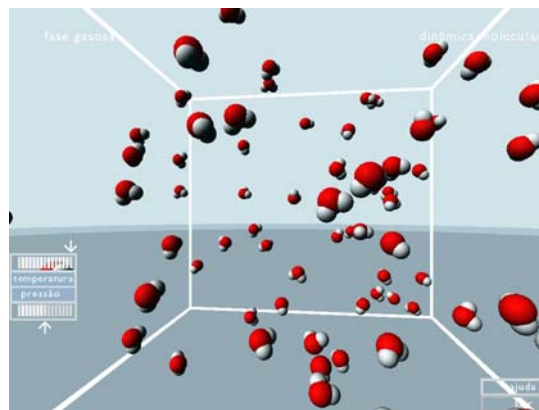


Fig. 2 Água Virtual

É interessante como, a este nível, se podem introduzir directamente no ensino não superior resultados recentes da investigação avançada como a dinâmica molecular ou a estrutura de supermoléculas de água (isto é, moléculas feitas de moléculas, tal como um anel de seis moléculas de água).

Com a esperança de podermos contribuir para a difusão de boas práticas na utilização da informática no ensino das ciências, reunimos no portal de ensino das ciências e cultura científica “**Mocho**” ([www.mocho.pt](http://www.mocho.pt)) os nossos materiais digitais para o ensino das ciências assim como materiais que seleccionámos de outros sítios da Internet espalhados pelo mundo, nomeadamente alguns situados no Brasil.

Apresentamos uma breve descrição de algumas áreas do “Mocho”, esperando com isso “abrir o apetite” para uma consulta.

A **Tabela Periódica**, em português e inglês, permite o acesso rápido a um manancial impressionante de informação, devidamente certificada, sobre os elementos químicos. Além da informação de interesse para a física atómico-molecular e para a química encontra-se, por exemplo, informação de interesse para a física nuclear. Ver [nautilus.fis.uc.pt/st2.5/](http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/)

Os programas “**Softciências**” são simulações computacionais para o ensino elaboradas na Universidade de Coimbra ao longo de vários anos, antes do desenvolvimento de ferramentas informáticas como o Java e o Flash, que permitem simulações interactivas na World Wide Web. Apesar de algo datados, continuam porém a ser úteis do ponto de vista pedagógico. Podem ser descarregadas de Internet e usadas livremente. Deve referir-se que o livro “Física Divertida” do autor [3] discute na sua edição portuguesa, em apêndice, algumas dessas simulações, mas esse complemento não aparece na edição brasileira dada a desactualização desses programas causada pela vertiginosa evolução da informática. Ver [nautilus.fis.uc.pt/softc/](http://nautilus.fis.uc.pt/softc/)

O **Roteiro de Ciência e Tecnologia** permite manter actualizado - a edição em livro está algo datada [4] - um conjunto de recursos para o ensino e a divulgação das ciências. Incluem-se entre outras, uma lista de centros de investigação, de livros de divulgação científica, museus de ciência e tecnologia e a notável rede de centros “Ciência Viva” que, em várias localidades de Portugal, têm surgido nos últimos anos com o objectivo de proporcionar a todos os interessados mas principalmente aos mais jovens experiências interactivas de ciência. Ver [nautilus.fis.uc.pt/roteiro/](http://nautilus.fis.uc.pt/roteiro/)

Entre os museus de ciência em Portugal destaca-se o **Museu de Física da Universidade de Coimbra**. É único no país como museu histórico de Física e é mesmo um dos poucos museus de Física existentes no mundo. Exibiu recentemente na Pinacoteca de São Paulo, no Brasil, alguns espécimes da sua preciosa colecção [5]: na impossibilidade ou como preparação ou sequência de uma visita real pode fazer uma visita virtual

clicando [www.fis.uc.pt/museu/index.htm](http://www.fis.uc.pt/museu/index.htm) em

O projecto “**Ciência a Brincar**” concretizado até à data por numerosas acções em jardins-escolas e escolas primárias e na publicação conjunta pela Bizâncio e pela Sociedade Portuguesa de Física até à data de três livros ([6-8]; os autores prometem continuar, tendo em preparação o quarto volume, “Descobre o Céu!”) destina-se a levar a ciência às crianças, através de actividades experimentais realizadas com materiais simples e acessíveis. Ver [nautilus.fis.uc.pt/spf/velharia/cab.html](http://nautilus.fis.uc.pt/spf/velharia/cab.html).

A “**Gazeta de Física**” é o órgão da Sociedade Portuguesa de Física e publica artigos de divulgação e de ensino. O índice completo pode ser consultado na internet, assim como os conteúdos completos dos fascículos mais recentes. Ver [nautilus.fis.uc.pt/gazeta/](http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta/)

Por último, assinala-se a página portuguesa do **Ano Internacional da Física**, da responsabilidade da Sociedade Portuguesa de Física, que oferece muita informação sobre Albert Einstein e a sua obra e informa também sobre as numerosas actividades realizadas em Portugal e no mundo durante o ano de 2005. É bom, por exemplo, lembrar que Einstein se interessou pela física a partir da observação de uma simples bússola que o pai lhe ofereceu quando ele tinha cinco anos... Ver [nautilus.fis.uc.pt/aif/](http://nautilus.fis.uc.pt/aif/)

Em 1879, no ano em que Einstein nasceu em Ulm na Alemanha, não havia ainda nem informática nem equipamentos informáticos. Foi o ano em faleceu o grande teorizador do electromagnetismo, James Clerk Maxwell, e também o ano em que Thomas Edison inventou a lâmpada eléctrica. O mesmo acontecia ainda no “ano milagroso” de 1905, celebrado em 2005, quando Einstein publicou ou enviou para publicação os

seus principais trabalhos. Mas, tendo assistido à Segunda Guerra Mundial e ao nascimento do transistor, o grande sábio da relatividade assistiu também ao aparecimento dos primeiros computadores. Os numerosos circuitos integrados que os computadores recentes contêm são resultado da mecânica quântica, que Einstein de certo modo ajudou a fundar com a sua explicação do efeito fotoelétrico, embora tenha duvidado da sua interpretação (*“Deus não joga aos dados com o Universo”*). Graças a novos e espetaculares desenvolvimentos da ciência, os cinquenta anos depois da morte de Einstein, que também se celebram em 2005 (o sábio faleceu em Princeton, nos Estados Unidos, em 1955), foram ainda mais fantásticos do que os anos de vida de Einstein... Hoje como ontem, mas até mais hoje do que ontem, a ciência tem moldado de forma indelével o desenvolvimento da sociedade humana.

Vale a pena, por isso, terminar com uma bela citação de Einstein [9]: *“A nossa ciência pode parecer primitiva e infantil,*

*mas é a a coisa mais preciosa que temos”*.

## REFERÊNCIAS:

- [1] C. Fiolhais e J. Trindade, “Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas”, *Revista Brasileira do Ensino da Física*, 25, nº 3 (2003) 259-272.
- [2] A. Martins, J. C. Paiva e C. Fiolhais, “Simulações on-line no Ensino da Física e da Química”, *Revista Brasileira de Informática na Educação* 11, 2 (2003) 111-117.
- [3] C. Fiolhais, “Física Divertida”, Gradiva, 1991, existe edição brasileira da Editora Brasília.
- [4] A. Vieira e C. Fiolhais, “Roteiro de Ciência e Tecnologia: Um guia de ciência para jovens de todas as idades”, Ulmeiro, 2001.
- [5] Vários, “Laboratório do Mundo: Ideias e Saberes do Século XVIII”, Pinacoteca do Estado de São Paulo, 2004.
- [6] C. Providência, H. Alberto e C. Fiolhais, “Ciência a Brincar”, Bizâncio e Sociedade Portuguesa de Física, 1999.
- [7] C. Providência e I. Reis, “Ciência a Brincar 2. Descobre a Terra”, Bizâncio e Sociedade Portuguesa de Física, 2002.
- [8] C. Providência, B. Costa e C. Fiolhais, “Ciência a Brincar 3. Descobre a Água”, Bizâncio e Sociedade Portuguesa de Física, 2003.
- [9] C. Fiolhais, “A Coisa mais Preciosa que Temos”, Gradiva, 2002.